



ABACATICULTURA SUSTENTÁVEL

Aloisio Costa Sampaio
María Cecília Whately
(Organizadores)



ABACATICULTURA SUSTENTÁVEL

Aloisio Costa Sampaio
María Cecília Whately
(Organizadores)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

Aloisio Costa Sampaio

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Aloísio Costa Sampaio
Maria Cecília Whately

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A116 Abacaticultura sustentável / Organizadores Aloísio Costa Sampaio, Maria Cecília Whately. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0164-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.643222704>

1. Abacate - Cultivo. 2. Agronegócio. 3. Boas práticas agrícolas. I. Sampaio, Aloísio Costa (Organizador). II. Whately, Maria Cecília (Organizadora). III. Título.

CDD 634.653

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



AGRADECIMENTOS

A concretização desta publicação deve-se ao engajamento, perseverança e dedicação de profissionais que de forma gratuita se dispuseram em divulgar seus conhecimentos e experiências técnicas com a cultura do abacate ao longo de vários anos, o que nos deixa extremamente felizes pela amizade e desprendimento. A contribuição inicial foi através de aulas/palestras à distância, no Curso de Extensão Universitária ‘Abacaticultura Sustentável’, parceria da UNESP com a Associação Brasileira de Produtores de Abacate (ABPA) através da Fundação para o Desenvolvimento de Bauru (FUNDEB), na qual 15 profissionais que atuam em entidades renomadas da área pública e privada aceitaram o convite e se disponibilizaram em redigir os capítulos aqui reunidos, que com certeza traz informações de grande valor para produtores, técnicos da extensão rural, docentes e pesquisadores.

Gratidão especial aos meus grandes mestres do Curso de Agronomia da UNESP – Campus de Jaboticabal e Botucatu, que além do conhecimento transmitiram exemplos de conduta e comprometimento com a instituição e seus alunos sem precedentes. Professores aqui nominados: Carlos Ruggiero, Fernando Mendes Pereira, Carlos Donadio, Rubens P. Cunha, Ede Cereda, Ary Salibe e Rodolfo Carbonari, o nosso muito obrigado por todos os Agrônomos que formaram na graduação e pós-graduação.

Finalmente, o agradecimento às entidades envolvidas neste projeto: UNESP – Bauru, Botucatu, Ilha Solteira e Registro; USP – ESALQ, Piracicaba; Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas; Centro de Qualidade em Horticultura – CQH/Ceagesp; Agência Paulista de Tecnologia em Agronegócios (APTA) de Bauru; Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frutas (ABRAFRUTAS); Neoquali Consultoria; Universidade Faculdade Integradas de Ourinhos (UNIFIO), TCA Internacional (Tejon Comunicação), Viveiro Prima Seme de Pirajú, Fazenda Santa Cecília de Bernardino de Campos, Fazenda Campo de Ouro de Pirajú, Fazenda Jaguacy de Bauru e Sítio São Francisco de Arealva.

Aloísio Costa Sampaio

APRESENTAÇÃO

É com muita alegria que a Associação de Abacates do Brasil firmou a parceria com a Unesp/Bauru para co-criar o primeiro curso de Abacaticultura Sustentável no país.

O nosso comitê técnico enxergou a urgência de estabelecer alguns parâmetros para o cultivo de Abacates, uma cultura que está crescendo muito, mas ainda é pouco representativa no agronegócio e carece de muita pesquisa científica e aprovação de produtos fitossanitários.

Nosso intuito é fomentar as boas práticas agrícolas, levar um produto de qualidade para a mesa dos consumidores e agregar valor econômico para os produtores.

Convidamos os leitores a conhecer e aprofundar-se no universo dessa fruta que é consumida no Brasil desde o século XIX e que cada vez mais conquista o paladar de consumidores que buscam saúde e bem estar.

Bom estudo!

Maria Cecilia Whately

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ABACATICULTURA PRECISA SABER FAZER MARKETING PARA MOSTRAR SUA IMPORTÂNCIA

José Luiz Tejon

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227041>

CAPÍTULO 2..... 3

MERCADO INTERNO E EXTERNO – VARIEDADES COMERCIAIS

Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227042>

CAPÍTULO 3..... 13

PLANEJAMENTO PARA PLANTIO DE ABACATEIRO E AVOCADO NO BRASIL

Aloísio Costa Sampaio

Bruno Henrique Leite Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227043>

CAPÍTULO 4..... 31

PRODUÇÃO DE MUDAS EM VIVEIROS COMERCIAIS

Carla Dias Abreu Dorizzotto

Marcelo Brossi Santoro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227044>

CAPÍTULO 5..... 50

FENOLOGIA DAS VARIEDADES DE ABACATE E AVOCADO ‘HASS’

Bruno Henrique Leite Gonçalves

Aloísio Costa Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227045>

CAPÍTULO 6..... 65

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL NA CULTURA DO ABACATE: IMPORTÂNCIA DA AMOSTRAGEM E DO EMPREGO DE MÉTODOS MULTIVARIADOS

Danilo Eduardo Rozane

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227046>

CAPÍTULO 7..... 79

IRRIGANDO AVOCADOS

Fernando Braz Tangerino Hernandez

Aloísio Costa Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227047>

CAPÍTULO 8	94
MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS	
Grazielle Furtado Moreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227048	
CAPÍTULO 9	105
MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE SOLO E DE PARTE AÉREA	
Simone Rodrigues da Silva	
Tatiana Eugenia Cantuarias-Avilés	
Marcelo Brossi Santoro	
Rodrigo José Milan	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.6432227049	
CAPÍTULO 10	125
PODA EM ABACATEIROS	
Tatiana Eugenia Cantuarias-Avilés	
Simone Rodrigues da Silva	
Marcelo Brossi Santoro	
Rodrigo José Milan	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.64322270410	
CAPÍTULO 11	134
COLHEITA E PÓS COLHEITA DE ABACATES	
Maria Cecília de Arruda	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.64322270411	
CAPÍTULO 12	146
PROCESSAMENTO DO FRUTO DE ABACATE: POLPA E AZEITE	
Sílvia Cristina Sobottka Rolim de Moura	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.64322270412	
CAPÍTULO 13	157
PLANEJAMENTO PARA CERTIFICAÇÃO GLOBALG.A.P. IFA FRUTAS E VEGETAIS	
Rodrigo César Sereia	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.64322270413	
CAPÍTULO 14	166
EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE E ABERTURA DE NOVOS MERCADOS INTERNACIONAIS PARA O AVOCADO BRASILEIRO	
Jorge de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.64322270414	

CAPÍTULO 15..... 179
BENEFÍCIOS DO ABACATE NA NUTRIÇÃO HUMANA
Edson Credidio
 <https://doi.org/10.22533/at.ed.64322270415>

SOBRE OS ORGANIZADORES 194

CAPÍTULO 7

IRRIGANDO AVOCADOS

Fernando Braz Tangerino Hernandez

Professor da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP. Ilha Solteira - SP

Aloísio Costa Sampaio

Professor do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências da UNESP – Bauru (SP) e Pós-graduação em Horticultura – FCA/UNESP - Botucatu (SP)

1 | INTRODUÇÃO E ESTADO DA ARTE

Uma irrigação não pode e não deve ser entendida, única e exclusivamente, como um procedimento artificial para atender às condições de umidade de solo visando à melhoria da produção agrícola, tanto em quantidade como em qualidade ou oportunidade.

Na realidade, ela constitui um conjunto de operações (compondo em si um sistema) necessário ao atendimento das necessidades de água para as plantas, bem como eliminar seus excessos, que transcendem à relação solo-água-plantas, pura e simplesmente. Agrega-se, aí, o clima, o homem, além de outros campos do conhecimento da humanidade com tamanha abrangência, que hoje se tem intitulado conhecimentos básicos das ciências ambientais.

A ciência e a arte da irrigação, como definida desde seus primórdios são abrangentes e interdisciplinares, passando pelo campo das ciências agrárias, exatas (engenharia hidráulica, civil, elétrica, etc.), sociais (economia, sociologia, política, etc). Nenhuma delas é mais importante que a outra, pois quando da decisão final quanto ao uso da água, todos esses fatores conjuntamente têm que ser levados em conta.

Sistemas devem ser entendidos como um conjunto de elementos que se integram e que atuam agrupadamente para o objetivo geral do todo. Quem se dedica à irrigação, queira ou não, deve ter um conhecimento eclético, entender desde as propriedades físico-hídricas do solo, o clima e as condições do tempo, a qualidade e disponibilidade de água que interagem com o processo de produção indo até a comercialização, e estar, portanto, habituado a trabalhar com equipes multidisciplinares. Não pode ser um especialista em generalidades, não podendo, no entanto, prescindir de uma sólida formação generalista nessas áreas. É consenso que o irrigante está de posse da mais moderna tecnologia de produção agrícola disponível, pois juntamente com um programa de adubação equilibrado, ele reúne todas as condições para que seu material genético em campo expresse todo seu potencial produtivo,

o que certamente não seria obtido sem esses insumos acima. Ainda, atualmente estes dois insumos, água e nutrientes, passam a andar juntos, sendo possível disponibilizá-los ao solo ao mesmo tempo, através da fertirrigação com inúmeras vantagens.

Assim, a escolha de variedades adaptadas a uma região, bem como espaçamentos de plantio adequados, adubação que satisfaça as condições de altas produtividades, controle fitossanitário, combate à erosão, aplicação correta da água de irrigação e finalmente a colheita e a comercialização, devem fazer parte de um só sistema de produção e não serem consideradas atividades isoladas. Todas as técnicas envolvidas nestes processos devem ser dominadas pelo irrigante.

Originário da América Central, o avocado tem demanda global crescente e com isso a expectativa, quando adequadamente bem conduzida, é de uma das culturas mais lucrativas da atualidade e por isso, é até chamado de “ouro verde”. Exigente em água e temperatura, regiões com déficit hídrico reconhecido, como por exemplo, o interior do Estado de São Paulo, exige investimentos em sistemas de irrigação para a sustentabilidade financeira da sua produção.

Recentemente ERA Economics (2020) em “The potential value of nonmarket benefits provided by avocado orchards in California” mostrou que além da atração econômica pela comercialização dos frutos e sua rentabilidade, o cultivo do avocado traz outros potenciais benefícios para as propriedades e regiões onde são cultivados, e divulgou o valor do controle de erosão, do espaço aberto e dos serviços ecossistêmicos ligados à qualidade do ar fornecidos pelo seu cultivo. São listados os seguintes benefícios adicionais, tendo a Califórnia, grande produtor e consumidor:

- Pomares localizados perto de áreas de alto risco de incêndio podem fornecer benefícios de corta-fogo de até US\$ 4.900 por hectares apenas em custos de capital;
- Pomares de abacate têm o potencial de fornecer sequestro de carbono com um valor bruto não mercantil de US\$ 320 à US\$ 1200 por hectare por ano;
- Os EUA têm um déficit comercial de abacates. Políticas que incentivariam a produção dos EUA de abacates reduziria esse déficit comercial, e assim, o incremento da sua produção assume um papel estratégico para o país;
- Um hectare (ou parte dele) de pomar em uma área afetada pela erosão pode fornecer um valor não de mercado de US\$ 465 à US\$ 2400 por hectare por ano;
- Um pomar pode gerar um valor bruto não mercantil de qualidade do ar de US\$ 2050 à US\$ 4472 por hectare por ano.

O estudo considerou certos benefícios não comerciais fornecidos pela terra cultivada com avocado sem quantificar os benefícios fornecidos por um uso alternativo da terra ou os impostos e taxas fornecidos por esse uso alternativo da terra que podem ser usados para compensar os benefícios não comerciais perdidos, mas conclui que os pomares de

avocado podem oferecer benefícios na forma de espaço aberto, qualidade do ar, redução da erosão, proteção contra incêndios e infiltração de águas pluviais, e estes benefícios pode ser usado para apoiar políticas e programas públicos que poderiam incentivar a produção do avocado em áreas específicas para o benefício conjunto dos produtores, da comunidade e da economia local.

Contudo a potencialização dos benefícios socioeconômicos e ambientais depende de produtividades adequadas e a segurança hídrica para isso é garantida pelos sistemas de irrigação. Bem Fader é um dos maiores especialistas em avocado e nas condições da Califórnia é enfático em afirmar que “a irrigação é a chave para uma boa agricultura e é mais importante do que a fertilização. Controle a irrigação porque muitos problemas no rendimento e na saúde da árvore podem ser atribuídos ao excesso de fertilização e irrigação deficiente” (THOMAS, 2007) e guardadas as proporções ligadas ao clima e solo das diferentes regiões do Brasil e Califórnia, muitos produtores já se convenceram da viabilidade econômica dos investimentos em sistemas de irrigação.

E assim, uma preocupação inicial para quem deseja fazer os investimentos é sobre qual o melhor sistema de irrigação para proporcionar a segurança hídrica à produção do avocado e quais elementos são essenciais para que possa fazer a melhor escolha para que se tenha um bom projeto de irrigação.

Independente do sistema de irrigação escolhido, em um bom projeto de irrigação a vazão de projeto deve assegurar que as taxas de evapotranspiração da cultura sejam repostas, deve ter uma uniformidade de pelo menos 90%, deve ser composto de bons materiais e deve ter uma boa montagem. A relação entre investimento e custos energéticos, ainda que a técnica recomende que haja um equilíbrio entre estes dois fatores, é sempre uma decisão pessoal, e sistemas mais robustos exigem investimentos maiores, mas proporcionam menores custos energéticos, devido ao sistema tarifário vigente, que comporta três faixas de tarifa e ainda a demanda.

Instalado o sistema de irrigação, muitas vezes a fonte de preocupação dos irrigantes está ligada aos questionamentos de quando e quanto irrigar. Saber o momento certo de iniciar as irrigações e quanto de água deve ser aplicado é o objetivo do manejo racional da irrigação. Nos dias atuais tem se verificado não somente uma elevação dos custos da energia, mas também a escassez do recurso água, obrigando o irrigante a assumir posturas diferenciadas a cerca deste assunto. Portanto, o manejo racional da irrigação passa necessariamente pelos aspectos econômicos envolvidos no processo.

Nesse sentido, aparece outro componente nem sempre diagnosticado pelo irrigante: tanto o excesso quanto a falta de água pode ter reflexos expressivos na produtividade de uma cultura. Por exemplo, sabemos que o feijão não é muito tolerante ao excesso de água, enquanto por outro lado, o abacaxizeiro suporta períodos maiores de déficits hídricos. Há muito conhecido (COIT, 1940) o avocado é uma árvore de raízes rasas - superficial

- com a maioria de suas raízes de alimentação nos 15 centímetros superiores do solo, exigindo boa aeração. Seu sistema radicular é muito sensível, e as finas radículas fibrosas, que absorvem água, comida e ar, desenvolvem-se em maior abundância na superfície do solo ou perto dela e funcionam melhor quando protegidos por uma cobertura pesada de folhas e são mantidos razoavelmente úmidos. Salazar-Garcia e Cortés-Flores (1986) estudaram o sistema radicular de avocado no México e concluíram que abacateiros adultos estabelecidos em solos arenosos tem uma melhor distribuição tanto horizontalmente como verticalmente quando comparado com o plantio em solos argilosos, com quatro vezes mais massa de raízes finas estabelecidas até 60 centímetros de profundidade.

Assim, antes mesmo de se iniciar um programa de manejo da irrigação, é necessário fazer a aquisição de um reconhecido bom projeto de irrigação e com o sistema em operação é fundamental o conhecimento da fisiologia da planta a qual pretendemos irrigar. Conhecer a fisiologia de uma cultura é saber quais os períodos críticos de consumo de água e seus reflexos na produtividade.

2 | OS MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Uma irrigação pode ser feita por distintos métodos e sistemas, cada um com características próprias. Os principais métodos de irrigação são os por superfície, aspersão e irrigação localizada.

Na irrigação por superfície, os sistemas de inundação e sulcos são mais comuns. Estes sistemas têm limitações em relação à terrenos muito acidentados e também arenosos, onde a taxa de infiltração é alta. São os sistemas que mais consomem água. Ainda que utilizado na Califórnia, avocados não são irrigados por este método no Brasil e devem ser utilizados em solos argilosos. Já o método de irrigação por aspersão é composto pelos sistemas de aspersão convencional (podendo ser tanto sobre, como sub-copa), pelos carretéis enroladores e pelos pivôs centrais, principalmente. Estes sistemas normalmente utilizam menos água que o método anterior, com eficiência variando entre 75-85% e necessitam de investimentos na aquisição de equipamentos e têm um custo de operação superior à irrigação localizada, uma vez que trabalham à médias e altas pressões, necessitando de motores maiores e dada a arquitetura da planta adulta de avocado sua utilização seria limitada à aspersores com bocais de ângulo baixo para operação abaixo das copas.

Os principais sistemas que compõem o método de irrigação localizada são a microaspersão e o gotejamento que pode ser em superfície ou em sub-superfície, ou seja, com linha de gotejadores enterrada. São os sistemas que consomem menos energia e água, pois se caracterizam pela baixa pressão de serviço (entre 10-20 mca) e também por molhar apenas parte da superfície do solo, aumentando a eficiência de aplicação

quando comparado com os outros métodos, variando entre 90% e 95%. Seu uso tem sido bastante incrementado nos últimos anos tanto em culturas perenes como anuais e dado à característica da árvore de grande porte quando adulta e o seu sistema radicular, é a opção mais adequada para os avocados, ficando a decisão entre os sistemas de microaspersão ou o gotejamento ilustrados nas Figuras 1 a 4. Basicamente quando mais arenosos forem os solos, maior a presença dos microaspersores ou, se a opção for pelos gotejadores, quando as plantas estiverem adultas, a linha dupla é quase uma imposição e a atenção se volta para a formação de uma linha contínua molhada sob a copa.

A prática da fertirrigação nestes sistemas é quase que obrigatória, levando a uma maior economia e eficiência dos fertilizantes, assim como a filtragem da água.



Figura 1 - Gotejamento em avôdado.



Figura 2 - Microaspersão em avôdado.

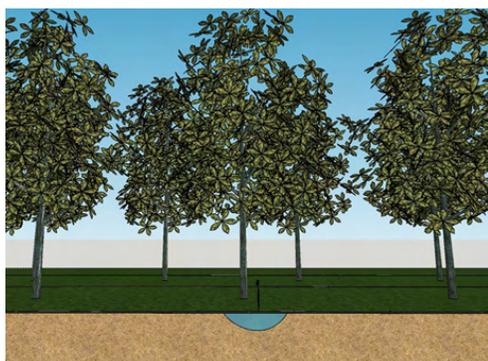


Figura 3 - Representação da posição e do bulbo formado pelo microaspersor.

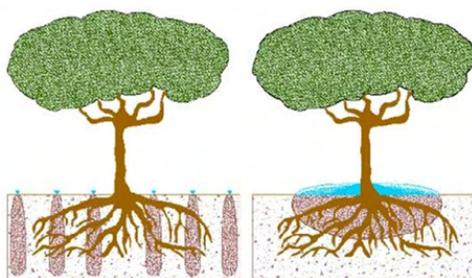


Figura 4 - Representação dos bulbos molhados formados pelo gotejador e pelo microaspersor.

2.1 Conhecendo os sistemas de irrigação

A irrigação localizada compreende a aplicação de água em apenas uma fração da área cultivada, em alta frequência e baixo volume, mantendo o solo na zona radicular das plantas sob alto regime de umidade. A área mínima molhada deve ser ao menos 1/3 da área sombreada (ou projeção da copa das plantas). A área de solo molhado exposto à atmosfera

fica bem reduzida e, conseqüentemente, é menor a perda de água por evaporação direta do solo. A água aplicada por estes sistemas penetra no solo e se redistribui formando um bulbo molhado, cuja forma e tamanho dependem da vazão aplicada, do tipo de emissor, da duração da irrigação e do tipo de solo. A infiltração ocorre em todas as direções, porém, no sentido vertical é mais pronunciado quando o solo apresenta características arenosas. A principal diferença entre os sistemas de irrigação localizada e outros sistemas, é que ao invés de a unidade de irrigação ser milímetros - mm - e se trabalhar com o conceito de armazenamento de água no solo, ou seja, a Capacidade de Água Disponível - CAD - é dividida em Água à Consumir e em Reserva e o turno de rega ou intervalo de irrigação normalmente é de 4-8 dias, na irrigação localizada trabalha-se com turno de rega diário ou de dois dias com o intuito de repor imediatamente a água perdida pela evapotranspiração, ou seja, evaporação do solo e a transpiração das folhas e assim a unidade utilizada é volume, ou seja, litros por planta por dia.

No conceito geral de irrigação localizada, dois são os sistemas, ambos necessitando de filtragem da água: gotejamento (Figura 1) e microaspersão (Figura 2 e 3). Enquanto que o gotejamento aplica água em pontos únicos de emissão com vazão variando entre 0,6 à 4,0 litros por hora, o microaspersor aplica água sobre uma pequena área circular ou setorial em vazão entre 20 e 270 litros por hora e assim os sistemas oferecem uma grande potencialidade de benefícios à planta, entretanto, por ser um método mais sofisticado de operação e manejo, exige mais conhecimento técnico para pleno desempenho, que dependem de fatores técnicos, econômicos e agronômicos.

Um dos pontos de destaque da irrigação localizada, além dos menores custos operacionais (menos energia e menor utilização de mão de obra pela automação), adapta-se à diferentes tipos de solos e topografia, é a possibilidade de elevada eficiência do uso da água está na facilidade, flexibilidade e eficiência na aplicação frequente dos nutrientes durante o processo de irrigação, na técnica chamada de fertirrigação, que chegam diretamente na zona radicular, minimizando assim a lixiviação além da zona radicular. Por outro lado, a preocupação com a qualidade da água e filtragem deve ser constante, se configurando no principal limitação da irrigação localizada e a ocorrência de entupimento dos orifícios de saída de água dos emissores pode afetar a distribuição da água e com isso a produção da cultura. A baixa pressão de serviço, o pequeno diâmetro dos orifícios e a reduzida velocidade da água facilitam o entupimento, causado por processos físicos, químicos e biológicos. A manutenção preventiva (incluindo filtração da água e tratamento químico para lavagem das tubulações) é imposição aos adequado funcionamento do sistema.

Um sistema completo de irrigação localizada é composto das seguintes partes: emissores (gotejadores ou microaspersores), tubulações (linhas laterais, secundárias, de derivação e principal) para distribuição da água, cabeçal de controle (sistema de filtragem

que podem ser de areia ou disco/malha/tela ou ambos, injetor de fertilizantes, sistema de controle de pressão e vazão) e conjunto motobomba, além de acessórios e conexões indispensáveis para operação e manejo do sistema no campo.

2.2 Adquirindo um bom projeto de irrigação

Quando se fala ou se pensa em agricultura irrigada alguns desafios devem ser enfrentados! O primeiro deles é o convencimento do produtor de alimentos de que sistema de irrigação, não é custo, e sim, investimento, que vai fazer com que ele possa tirar da terra uma rentabilidade muito superior à que ele teria, se não tivesse um bom projeto. Sendo mais claro e objetivo, a agricultura irrigada se expande mais, onde os sistemas de irrigação já fazem parte da paisagem de um município ou região, do que em regiões onde estes não são percebidos e assim, parece óbvio, mas na prática, não é uma tarefa fácil convencer um produtor a sair da dependência das chuvas para a condição da agricultura irrigada, que, com seus efeitos multiplicadores, impõe a toda uma região, oportunidades e benefícios sócio-econômicos e ambientais, como já abordado.

Por outro lado, muitos irrigantes ainda não perceberam a vantagem em investir em sistemas de irrigação adequados a sua situação de solo, clima, topografia, culturas a serem irrigadas, qualidade e disponibilidade de água, nível de automação e por fim, disponibilidade de caixa, e configurando, após se decidir por um método ou sistema de irrigação, um bom projeto de irrigação. Mas se levando em consideração as condições listadas acima que define bem o sistema mais adequado, o que seria então um bom sistema de irrigação?

Um bom projeto de irrigação leva em consideração cinco pontos-chave! Deve ser capaz de entregar as reais necessidades de evapotranspiração da cultura de interesse, com uniformidade adequada, ou seja, a variação de vazão ou de precipitação deve ser inferior a 10%. Atendida esta condição, o irrigante tirará ainda mais proveito da técnica da fertirrigação - ou quimigação no sentido mais amplo -, altamente vantajosa para diminuição dos custos de produção e aumento das receitas.

A uniformidade de aplicação de água é obtida pelo respeito às perdas perda de carga que deve ser de no máximo 20% da pressão de serviço no setor irrigado simultaneamente, dividido em 11% da pressão de serviço) na linha lateral - que é a linha onde a água sai para o solo e fabricada em polietileno linear de baixa densidade - e 9% da pressão de serviço na linha de derivação - que a linha que entrega água para a linha lateral, normalmente em PVC, mas podendo ser em PAD -, respeitando os ganhos de carga pelo declive desta linha.

O sistema de irrigação deve ser bem montado, preferencialmente com bons materiais e por fim, uma análise econômica entre lâminas de projeto e diâmetros da tubulação deve buscar o equilíbrio entre os custos operacionais e os investimentos necessários na aquisição e montagem do projeto, à luz da tarifa de energia diferenciada vigente no país. Não existe solução milagrosa, em projetos de irrigação estão embutidos conhecimentos e

estes tem um valor que precisa ser incorporado ao investimento para o seu sucesso pleno do investimento!

Definida a capacidade do sistema, a disposição do sistema no campo segue o critério de distribuição e ordem das tubulações no terreno de forma a se obter a melhor configuração (*lay-out*) que resulta numa adequada operação, eficiente manejo e, principalmente, na melhor alternativa econômica de dimensionamento.

Para se ter uma ordem de grandeza, os investimentos em sistemas de irrigação automáticos para avocados com capacidade de entregar 173 litros por planta por dia em 21 horas podem variar entre US\$ 1.950 à US\$ 2.350 por hectare no gotejamento (espaçamento de 6,0 x 8,0 metros) e na microaspersão (espaçamento de 5,0 x 8,0 metros) entre US\$ 2.200 e US\$ 2.700 por hectare, com base em 6 de dezembro de 2021, com cotação do dólar à R\$ 5,69.

Na decisão entre o gotejamento e a microaspersão deve-se levar em consideração a granulometria do solo, objetivando a formação do maior volume possível de bulbo molhado na zona das raízes, que devido à desejada constância em alta umidade, as raízes tendem à concentrar-se nesta região, podendo diminuir a estabilidade das árvores frutíferas, podendo haver tombamento em regiões sujeitas a ventos fortes. Bulbos úmidos verticais abaixo das raízes devem ser evitados com a escolha adequada da combinação vazão e espaçamento dos bocais e com o manejo adequado da irrigação, respeitando as necessidades das plantas e a infiltração da água no solo.

3 I CONTROLE E MANEJO DA IRRIGAÇÃO

No manejo da irrigação surge a palavra frequência de irrigação ou turno de rega, que nada mais é do que o número de dias decorridos entre uma irrigação e outra. A frequência de irrigação poder ser fixa ou variável, dependendo da postura assumida pelo irrigante. A frequência de irrigação fixa traz consigo a vantagem da possibilidade da programação das atividades ligadas à irrigação das culturas, uma vez que se sabe por antecipação o quando irrigar, ficando apenas a definição de quanto irrigar. Por outro lado, com uma frequência de irrigação variável, não se sabe exatamente quando se praticará a irrigação, mas é possível ter em mãos uma aproximação bastante boa de quanto de água aplicar. Mas antes de se iniciar um processo de irrigação é necessário um conhecimento da cultura que será irrigada, como as fases da cultura ou ciclo fenológico, as exigências de água e seus períodos críticos devem ser conhecidos.

O manejo ou controle da irrigação no Brasil é mais comum baseado nas condições atmosféricas - quando se estima a evapotranspiração da cultura - e nas condições de água do solo, podendo ser feita também a conjugação do controle da irrigação via atmosfera e via solo, neste caso, estima-se a evapotranspiração da cultura e mede-se a umidade ou

armazenamento de água no solo e se faz ajustes de modo à elevar a eficiência do uso da água ou, modernamente, a produtividade da água, que é a relação entre quilos do produto comercializável por cada metro cúbico de água aplicada.

Antes de se conhecer ou definir qual tipo de controle a ser adotado, o irrigante deve ter em mente, que quando maior a profundidade efetiva do sistema radicular, melhor para a cultura. O aumento do sistema radicular da planta é proporcional umidade do solo, onde este aumento está diretamente relacionado com a produtividade. Assim, práticas culturais devem ser realizadas de modo a garantirem esse objetivo.

3.1 Processo baseado nas condições atmosféricas

O conhecimento dos fatores climáticos é de fundamental importância para o manejo racional da irrigação. Estes fatores permitem com uma aproximação bastante boa estimar a evapotranspiração, que é o consumo de água de um determinado local, através da evaporação da água do solo e pela transpiração das plantas, ocorrida durante o processo de fotossíntese. A evapotranspiração de referência (ET_o) é estimada através das diferentes fórmulas empíricas obtidas por diferentes autores baseadas em dados agrometeorológicos, sendo a equação de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) reconhecida como a mais precisa e uso cada vez mais frequente pela crescente implantação de estações agrometeorológicas compactas, reduzindo a dependência de estações operadas por órgãos públicos.

Como exemplo há a Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista que foi concebida para coletar sistematicamente as variáveis agroclimáticas com elevada precisão para apoiar o desenvolvimento de pesquisas ligadas à obtenção de coeficientes e indicadores de manejo e desempenho do uso da água pelos sistemas de irrigação, e, ao mesmo tempo, como um Serviço de Apoio ao Irrigante - fato que divulga a cada nova hora a evapotranspiração de referência para toda a região Noroeste Paulista delimitada pelos grandes lagos das Usinas Hidrelétricas de Ilha Solteira, Jupia, Três Irmãos e Água Vermelha. Financiada pela FAPESP e mantida pela UNESP, disponibiliza seus dados de forma livre e gratuita na sua parte visível que é o Canal CLIMA da UNESP, que em 2021 registrou 588 visualizações de páginas diariamente, vindas de 10.096 usuários que fizeram 149 acessos diários (UNESP, 2022). Entre as pesquisas de longo alcance e de apoio ao Irrigante na região Noroeste Paulista estão os trabalhos de Silva Júnior (2017) e Silva Júnior et al. (2018) que estabeleceram regiões homogêneas de evapotranspiração de referência (Figura 5) e demonstram a real importância dos sistemas de irrigação para a sustentabilidade da produção de alimentos em função do intenso e prolongado déficit hídrico nesta região de maiores taxas de evapotranspiração do Estado de São Paulo. Irrigantes podem então obter a atualização horária da evapotranspiração de referência - base para o manejo da irrigação - ou se valer de valores médios mensais.

ZONAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET_o)

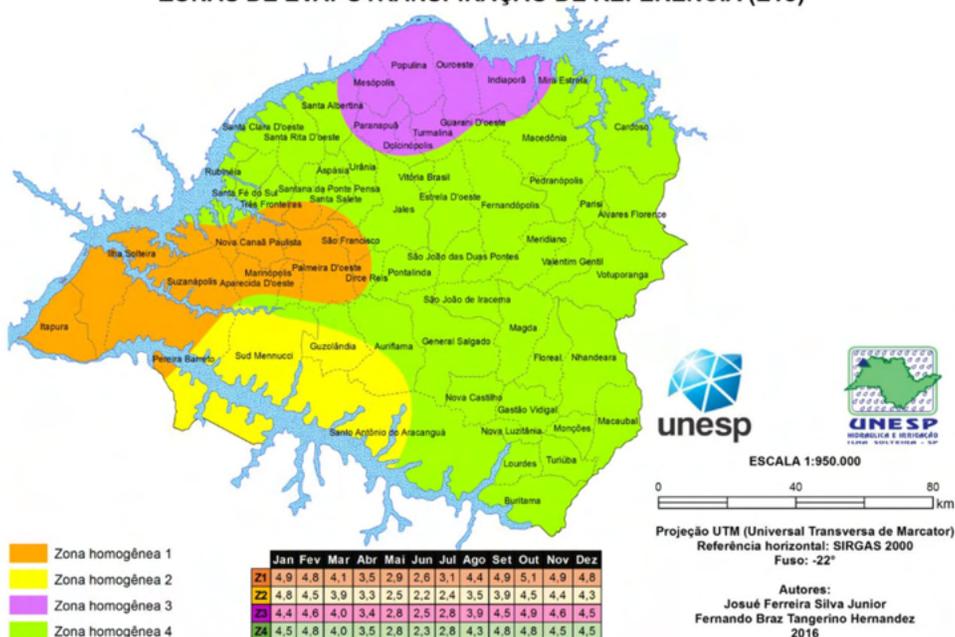


Figura 5 - Evapotranspiração média diária (mm/dia) ao longo do ano na região Noroeste Paulista. Fonte: Silva Júnior (2017).

No entanto, o que realmente se deseja é a evapotranspiração da cultura - ET_c, ou seja, devemos repor a água que foi consumida pela cultura de interesse econômico e este consumo varia em função do estágio de desenvolvimento da cultura e de cultura para cultura. Assim, a evapotranspiração da cultura é obtida multiplicando-se a evapotranspiração de referência (mm/dia) - ET_o pelo coeficiente de cultura (K_c), ou seja, ET_c = ET_o x K_c. No caso do avocado, o coeficiente de cultura varia desde o plantio de 0,3 à 0,85 já quando adulto.

Contudo, quando a irrigação é feita por sistema localizado, há de se transformar milímetros por dia para litros por planta dia para posteriormente definir o tempo de irrigação e para esta transformação deve-se considerar também o espaçamento do plantio, a eficiência do sistema de irrigação (0,95 para gotejamento e 0,9 para microaspersão), o Índice de Cobertura do Solo (GC) - Figura 6 - e por fim, o K_r, que é o Coeficiente de Recobrimento, que ajusta o cálculo do fornecimento de água em superfície total (aspersão) para parte da superfície do solo. Assim, o volume de água (litros por planta por dia) a ser repostos pela perda por evapotranspiração de uma cultura irrigada por sistema localizado é:

$$V = \frac{(ET_o \cdot K_c \cdot e \cdot E \cdot K_r)}{\text{Eficiência do sistema}} = \frac{(4,0 \times 0,85 \times 5 \times 8 \times 0,74)}{0,9} = 112 \frac{\text{litros}}{\text{planta.dia}}$$

onde: V = Volume por planta por dia; ETo = 4,0 mm/dia; Kc = 0,85 (planta adulta e nunca usar valor menor que 0,3); e = espaçamento na linha = 5 metros; E = espaçamento na entre linha = 8 metros; GC = Índice de Cobertura do Solo = Área Sombreada pela planta / Área total da planta (Figura 6); Kr = Coeficiente de Recobrimento = GC / 0,85 = 0,74 (nunca usar valor menor que 0,3); Eficiência do sistema de microaspersão = 0,9.

$$Kr = \frac{\frac{(\text{Área sombreada})}{\text{Área Total}}}{0,85} = \frac{5 \times 5}{5 \times 8} = \frac{0,625}{0,85} = 0,74 \text{ (Equação de Keller \& Karmeli, 1974)}$$

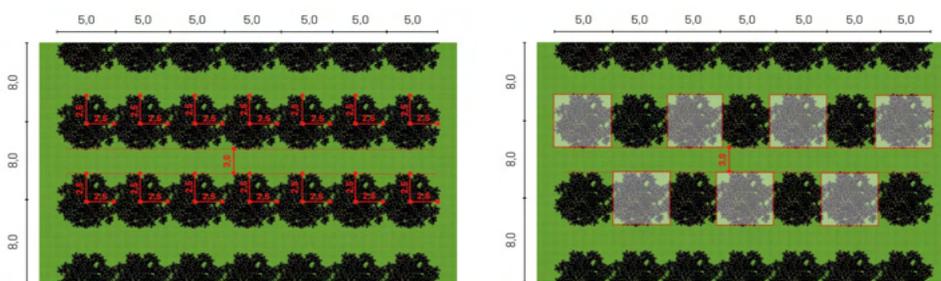


Figura 6 - Representação do Índice de Cobertura do Solo (GC) em espaçamento de 5 x 8 metros em plantio de avocado e área sombreada de 5 x 5 metros.

O Tempo de Irrigação - TI - diário (horas) será obtido pela divisão do Volume necessário (no exemplo, 112 litros por planta por dia) pela Vazão do(s) emissor(es) - Q - (exemplificando, 41 litros por hora) em cada planta:

$$TI = \frac{V}{Q} = \frac{112}{41} = 2,7 \text{ horas por dia}$$

Para facilitar o entendimento e exemplificar o dia a dia de um Irrigante com um plantio de avocado adulto no espaçamento de 6 x 8 metros (48 m²) e área sombreada de 6,0 x 5,5 metros = 33 m²), Kr de 0,81 e Kc de 0,85 foi construído o Quadro 1 para duas situações de sistema de irrigação, gotejamento de vazão de 2,8 litros por hora espaçado de 0,7 metros em linha dupla (17,1 gotejadores por planta = 48 litros por hora, eficiência de 0,95) e microaspersão de vazão de 41 litros por hora (1 por planta e eficiência de 0,9) com os tempos de irrigação de acordo com a evapotranspiração de referência (ETo) obtida em estações agrometeorológicas. Para comparação também é apresentado o tempo de irrigação ajustado para um plantio recém realizado utilizando os valores mínimos de Kc e Kr em 0,3.

PLANTAS ADULTAS - Kr = 0,81 (Coeficiente de Recobrimento), Índice de cobertura = 69% e Kc = 0,85									
ETo (mm/dia)	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
V (l/planta.dia) - Gotejo	69	87	104	122	139	156	174	191	208
TI (h/planta.dia) - Gotejo	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3
V (l/planta.dia) - Microaspersão	73	92	110	128	147	165	183	202	220
TI (h/planta.dia) - Microaspersão	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4
PLANTAS 1o. ANO - Kr = 0,3 (Coeficiente de Recobrimento) e Kc = 0.3									
ETo (mm/dia)	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
V (l/planta.dia) - Gotejo	9	11	14	16	18	20	23	25	27
TI (h/planta.dia) - Gotejo	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
V (l/planta.dia) - Microaspersão	10	12	14	17	19	22	24	26	29
TI (h/planta.dia) - Microaspersão	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7

Quadro 1 - Volume (V) e Tempo de Irrigação (TI) para plantas adultas e no primeiro ano de plantio em função da evapotranspiração de referência (ETo) e do sistema de irrigação.

Na prática, pode-se construir uma tabela com a data, a ETo, o Tempo de Irrigação diário e a vazão utilizada quando da planta adulta ou para cada ano, e, considerando o lento crescimento da planta, pode-se simplificar a operação de cálculo do Tempo de Irrigação diário estabelecendo um coeficiente multiplicador (K), como no exemplo para o gotejo em planta adulta com o $TI = 0,72 \times ETo = 0,72 \times 4,0 \text{ mm/dia} = 2,9 \text{ horas}$, como se segue, mantendo-se um registro histórico do uso da água:

$$K = \frac{K_c \cdot e \cdot E \cdot Kr}{\text{Eficiência}} = \frac{(0,85 \times 6 \times 8 \times 0,81)}{0,95} = 0,72$$

3.2 Processo baseado nas condições do solo

O controle da irrigação via solo passa necessariamente pelo conhecimento de suas características. Assim densidade aparente, granulometria, declividade, velocidade de infiltração básica (VIB), capacidade de água disponível (CAD), umidade de saturação, capacidade de campo, ponto de murcha permanente e curva característica de retenção de água o solo são propriedades que devem fazer parte do conhecimento do irrigante. Deve-se considerar e fazer uma analogia do solo com um reservatório de água e assim consumir uma quantidade de água de tal modo que não cause problemas para o suprimento futuro de água às plantas. De maneira simples pode-se chamar a CAD de “tamanho do reservatório” e de Água à Consumir (AC) a quantidade de água a ser consumida pelas plantas e que deverá ser reposta pelas irrigações. A CAD é calculada pela diferença entre a umidade na capacidade de campo (q_{CC}) menos a umidade no ponto de murcha permanente (q_{PMP}), multiplicada pela profundidade efetiva do sistema radicular (PESR) e para ter estas

umidades referenciais há de obter a curva características de retenção de água no solo e deve usar sensores no solo para fazer a adequada correlação.

Há diferentes sensores no mercado, muitos digitais, mas os tensiômetros ainda são os sensores que exigem os menores investimentos e para a sua representativa leitura deve ser instalado no local da lâmina média do emissor e no centro do sistema radicular (sensor de decisão) e abaixo do sistema radicular (sensor de controle) e podem também ser utilizados para observar o comportamento da água no solo em função dos volumes aplicados baseados na evapotranspiração de referência, se tornando uma ferramenta de auditoria e refinamento do manejo da irrigação.

A CAD é uma característica do solo, portanto varia de solo para solo, dependendo da sua granulometria, compactação e teor de matéria orgânica e é um gráfico que relaciona o potencial de água do solo com a umidade à base de volume do mesmo. Como a maior variação da umidade do solo se dá na faixa inferior à 800 centímetros de coluna de água, ou 0,8 atm, e a curva característica compreende desde a saturação (0 atm ou centímetros de coluna de água) até 15 atm (15.000 centímetros de coluna de água), sendo comum a representação do potencial matricial em logaritmo do módulo do potencial matricial, uma vez que ele é negativo. Com base em leitura dos potenciais matriciais de água do solo, através de tensiômetros, e a curva característica do solo pode-se determinar qual o esgotamento máximo de água do solo. Este ponto passa a ser chamado de tensão crítica de manejo, sendo que ao atingir este nível deve ser iniciada a irrigação. À rigor, o potencial matricial tem o seu valor negativo, portanto, quanto menor seu valor, menor também será a umidade do solo. Mas na prática, é utilizado seu valor em módulo, para simplificar sua utilização.

4 I AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

A prática da irrigação deve ser entendida não somente como um seguro contra secas ou veranicos, mas como uma técnica que permite que o material genético expresse todo o seu potencial produtivo. Além disso, se bem utilizada, a irrigação é um instrumento muito eficaz no aumento da rentabilidade dos empreendimentos, permitindo a racionalização dos insumos, por exemplo, através da fertirrigação. No entanto, para que o processo seja eficiente, é imperativo que o sistema de irrigação tenha uma alta uniformidade de aplicação da água, isto conseguido através de bons projetos, que são feitos a partir de materiais idôneos e cálculos hidráulicos precisos.

Uma vez instalado um projeto de irrigação, é interessante verificar se as condições previstas inicialmente se confirmam em campo. Para tanto, é necessário fazer uma avaliação de campo, onde se levantam as condições de pressão e vazão aplicadas e em seguida se calcule o CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen), é o índice mais

utilizado para se verificar como está a distribuição de água na área irrigada. A avaliação do sistema de irrigação é feita utilizando provetas graduadas e medindo-se a vazão em ao menos três linhas laterais do setor (primeira, última e no centro) e também nas linhas laterais (início, meio e final) e com ela se terá a informação da capacidade real do sistema de irrigação e também da qualidade como esta irrigação está sendo feita.

Ao finalizar a instalação do sistema de irrigação, o Irrigante deve exigir a entrega técnica do sistema, onde deverá confrontar as condições estabelecidas na proposta técnica e os valores de vazão e pressão nos diferentes setores e demais detalhes encontrados em campo quando do funcionamento do sistema. A entrega técnica é uma garantia mútua, para o Irrigante e também para o projetista e instalador.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produtividade máxima de uma espécie é dependente do potencial genético do material, da disponibilidade de água e nutrientes e da população de plantas. A combinação racional desses elementos levará certamente ao produtor à uma excelente safra. Assim, o Irrigante tem na irrigação e adubação, dois elementos para o aumento imediato de suas produtividades, nunca menosprezando a necessidade da escolha de mudas de qualidade, fator inicial e essencial para a obtenção de altas produtividades.

Todo o processo envolvido na agricultura irrigada começa pela escolha do sistema de irrigação. Dessa maneira, a escolha do sistema deve ser criteriosa, observando a seriedade da empresa projetista, o projeto propriamente dito, sua capacidade técnica e também sua capacidade em prestar assistência técnica, pois é desejável que o sistema de irrigação adquirido acompanhe o agricultor por um longo tempo.

REFERÊNCIAS

ALDER, G. How much and how often to water avocado trees in California. <https://gregalder.com/yardposts/how-much-and-how-often-to-water-avocado-trees-in-california> Acesso em: 7 de dezembro de 2021.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.

COIT, J.E. Avocado tree root development. California Avocado Association, Yearbook 25, p.46-49, 1940. http://avocadosource.com/CAS_Yearbooks/CAS_25_1940/CAS_1940_PG_46-49.pdf Acesso em: 29 de janeiro de 2022.

COSTA, E.F., VIEIRA, R.F., VIANA, P.A. Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. EMBRAPA - CNPMS, Brasília, 315p. 1994.

DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. FAO/UFPA, Campina Grande, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

ERA Economics. the potential value of nonmarket benefits provided by avocado orchards in California. Irvine: California Avocado Commission, 2020, 30p.

FADER, B.; ARPAIA, M.L.; YATES, M.V. Irrigation management of avocado in a California coastal environment. Riverside: Avocado Research Symposium, California Avocado Society e University of California, 1996, p.33-34.

FRIZZONE, J.A.; FREITAS, P.S.L. de; REZENDE, R.; FARIA, M.A. Microirrigação: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012, 356p.

HERNANDEZ, F.B.T. Potencialidades da fertirrigação. In: Simpósio Brasileiro sobre Fertilizantes Fluidos, ESALQ-USP, Piracicaba, 1993. p. 199-210.

KELLER, J., BLIESNER R.D. Sprinkle and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, 1990. 651p.

LIER, Q.J. Física do solo baseada em processos. Piracicaba, 2020, 413p.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

SALAZAR-GARCIA, S.; CORTÉS-FLORES, J.I. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. California Avocado Society, Yearbook 70, p.165-174, 1986.

SILVA JUNIOR, J.F. Evapotranspiração de referência como base para o manejo sustentável da irrigação no Noroeste Paulista. 2017. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SILVA JUNIOR, J.F.; HERNANDEZ, F.B.T.; SILVA, I.P.F.; REIS, L.S.; TEIXEIRA, A.H.C. Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Tupã, v.12, n.2, p.122-131, 2018. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/silva_jr_2018.pdf. Acesso em: 1 de fevereiro de 2022.

THOMAS, G. Irrigation management. West Moreton Avocado Study Group. 2007, 30p. Disponível em <https://www.avocado.org.au/wp-content/uploads/2017/01/SGM-SQ-1-Irrigation-management-PPT.pdf>. Acesso em: 29 de janeiro de 2022.

UNESP. Estatística de acesso ao Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira. In: Canal CLIMA. 2021. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br/estatistica.php>. Acesso em: 4 de fevereiro de 2022.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. Riego localizado. Roma: FAO, 1986. 203p. (Estudio FAO Riego y Drenaje, n.36).

ABACATICULTURA SUSTENTÁVEL



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ABACATICULTURA SUSTENTÁVEL



abacates
doBrasil



FunDeB



www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2022